干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

doi:10.12118/j.issn.1000－6060.2019.02.21

张掖城市主要功能用地演变特征及其动因分析①

梁　峰，　李骞国，　石培基，　张学斌，　陈佳银
（西北师范大学地理与环境科学学院，甘肃　兰州　730070）

摘　要： 研究城市功能用地演替可以揭示出新时期中国城市功能空间演化的特征、趋势与形成机制，为城市管理提供理论依据。以张掖中心城区为研究范围，运用 GIS 工具及方法，定量分析了张掖市 1981 年以来居住用地、工业用地、公共服务用地三大功能用地的空间演变特征及其动因。结果表明：张掖城市居住用地和公共服务用地呈逐步增加趋势，空间上呈“内聚”到“外散”的演变趋势，两者均由老城区向四周扩散；而工业用地先增加后减少，空间上呈“混杂”到“集中”的演变趋势，工业用地集中于东北部产业园区。三大主要功能用地呈现出明显的圈层特征。张掖城市功能用地演变是人口经济驱动、宏观政策调控、城市开发与生态环境博弈、交通线路牵引、城市规划引导等共同作用的结果。

关 键 词： 城市功能用地；城市空间结构；演变；张掖主城区
文章编号： 1000－6060(2019)02－0414－09(0414～0422)

我国目前正处于快速城市化和城市空间重建的关键过渡时期，关于这一课题的研究越来越受到国内外学者的重视，研究成果呈现出内容多元化、方法多样化的特点。国外学者对于城市空间的研究始于上世纪 20 年代，研究成果较为丰硕，理论体系较为成熟，经历了城市社会空间结构、城市意象、人口迁居、城市形态、商业空间以及郊区化研究[1]等。相比之下，中国学者在上世纪 90 年代后期才逐步关注中国城市空间的研究当中来，中国学者更多关注的是城市空间形态的演变及其特征[2－5]、城市空间扩展方式[6－8]、城市空间结构的演变及其动力机制[9－11]等方面的研究。

城市功能用地作为城市物质空间的主要组成部分，是城市功能区形成的空间载体。研究城市功能用地演替，不仅可以理清城市空间扩张与城市功能用地集聚与扩散之间的空间响应关系，而且还可以揭示新时期中国城市功能空间演化的特征、趋势与形成机制。城市用地中的某一类型城市功能用地的演变可以反映出其对应的城市功能的演变，同理，不同类型城市功能用地的演变带来多种城市功能的演变和城市空间的扩张[12]。纵观国内外关于城市功能用地的研究成果[13－22]可以发现，现有研究大多关注的是某一类型的城市功能用地（居住用地、工业用地、商业服务业用地等）的演变及空间分异，尤其以居住用地的研究较为集中，较少有探讨某一城市多种城市功能用地在空间上演替及其带来的城市空间扩展的研究成果。

绿洲城市作为西北干旱地区特有的一种城市类型，其城市空间的拓展及城市空间结构的重构严重受制于脆弱的生态环境和紧缺的水土资源。在新时期对城市发展的要求下，研究绿洲城市功能用地的演替对于绿洲城市空间重构和合理促进城镇化都具有重要的理论意义和现实意义。基于此，本文以典型的绿洲城市——张掖中心城区为例，运用 GIS 空间分析方法，系统地分析了 1981 年以来张掖中心城区居住用地、工业用地、公共服务用地的演变特征及其动因，以期能够为新时期干旱区绿洲城市向“绿色城市、智慧城市、创新城市、人文城市、紧凑城市”的建设提供理论依据和实证指导。

1　研究区概况

张掖地处甘肃省河西走廊中部腹地，地形开阔

① 收稿日期：2018－10－03；　修订日期：2018－12－29
基金项目：国家自然科学基金资助项目(41271133,41771130,41661035)
作者简介：梁峰(1990－)，男，甘肃临洮人，硕士研究生，研究方向为城市与区域发展. E-mail:liangfeng_nwnu@126.com
通讯作者：石培基(1961－)，男，甘肃临洮人，教授、博士生导师，研究方向为城市与区域发展研究. E-mail:xbsdspj@163.com

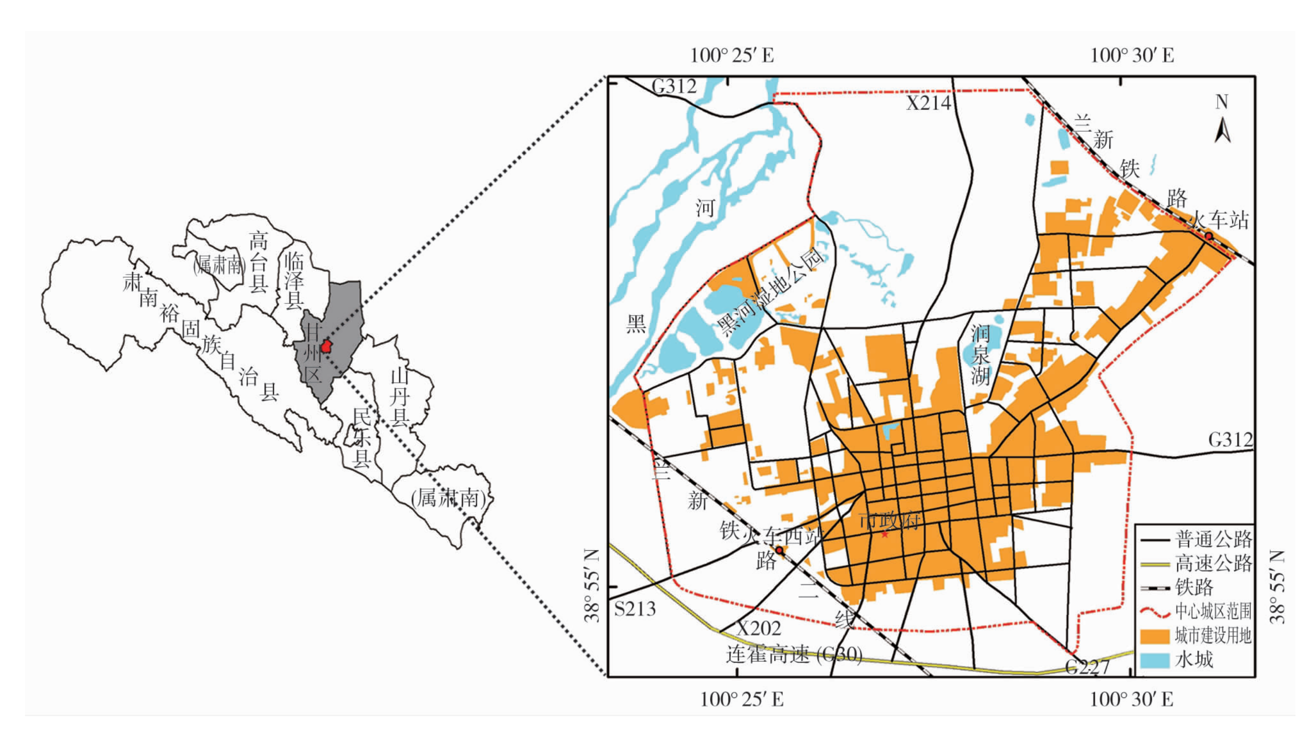


图 1　张掖市中心城区示意图

Fig. 1　Map of center urban area of Zhangye City

平坦，深居内陆，降水较少，境内河流广布，是典型的干旱区绿洲城市。得益于优越的自然条件和深厚的文化底蕴，造就了张掖具备“丝绸之路”重镇、国家级历史文化名城、全国重要商品粮基地、“一带一路”战略中重要的节点城市等区位优势，自古被赞誉为“金张掖”和“塞上江南”。本文的研究区为《张掖市城市总体规划(2012—2020)》中划定的中心城区，具体范围是：东至东三环，西至西三环，南至南三环，北至由滨河大道、湿地公园北线、昌运路等所围合的区域(图 1)，总面积约 76.86 km^2，人口约 28.57×10^4 人。

2　数据与方法

2.1　数据来源与处理

城市功能用地数据通过城市用地现状图(1981 年、2004 年、2014 年)和张掖中心城区 1∶50 000 地形图获取。以张掖市 1∶5 000 地形图为基准，分别校正各时相城市用地现状图；参考城市用地分类标准，借助 ArcGIS 软件平台，采用目视解译和矢量化处理的方法，从已校准的各时期城市用地现状图中提取居住用地、工业用地(含物流仓储用地)、公共服务用地(含行政办公用地、商业服务用地和医疗教育用地)和建设用地等地块信息。城市用地现状图是规划设计单位根据测绘部门提供的地形图实地勘测绘制而成的，土地利用类型参照城市建设用地分类标准，是当年土地利用状况的实时反映，具有很高的精度和可信度。

2.2　研究方法

2.2.1　*单一功能用地扩展动态度*　单一功能用地扩展动态度是指某一功能用地类型面积的年均扩展度，其旨在揭示研究区一定时间段内某一功能用地的扩展的强弱和快慢。其表达式为：

$$R = \frac{(U_b - U_a) \times 100}{U_a \times T} \tag{1}$$

式中：R 表示某一功能用地扩展动态度，U_b 为研究期末功能用地面积，U_a 为研究期始功能用地面积，T 为时间间隔。

2.2.2　*核密度估计法*　核密度估计法体现了地理现象空间扩散的距离衰减规律，距离越近的对象赋予较大的权重，可用于分析各类功能用地的空间分布密度，揭示各类功能用地中心的等级演化、多样化趋势及各类功能用地的集聚—扩散特征。本研究借助 ArcGIS 软件中的核密度分析模板，以地块面积作为权重指标，采用自然断裂点分类法(Natural Break)，将各功能用地分为高密集区、中密集区和低密集区三类，得到各功能用地的空间分布密度图。

2.2.3 圈层分布法 圈层分布法是以研究区中心为圆心，选取适当半径做缓冲区将研究区分为同心圆，并与各时期的用地图层进行叠置分析，通过计算各圈层内不同功能用地的面积占总面积的比重，以此来揭示城市功能用地演变的空间分异特征。本研究借助 ArcGIS 软件，以张掖市中心的镇远楼(钟鼓楼)为圆心，以 1 200 m 为缓冲半径，将张掖中心城区划分为 6 个圈层(为方便研究，后文中将 4 ~6 环归并为一个圈层)；通过与不同时期的城市功能用地图层叠置，计算出每个圈层内不同功能用地占总用地面积的比重。其计算公式如下：

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{A_i} \quad (2)$$

式中：P_{ij}为 i 圈层 j 类功能用地占各类功能用地总面积的比重；A_{ij}为 i 圈层 j 类功能用地的面积；A_i 为 i 圈层各类功能用地的总面积。

3 张掖城市功能用地的时空演变特征

在各类城市功能用地中，居住用地、工业用地、公共服务用地和道路广场用地一般占到城市建设用地总量的 70%，其中道路广场用地一经形成就很难改变，而居住用地、工业用地和公共服务用地的变化深刻地影响着城市内部空间结构。因此，本文选择居住用地、工业用地和公共服务用地三类功能用地来揭示城市功能用地的时空演变特征。

3.1 主要功能用地的结构演化

张掖市中心城区的建设用地面积从 1981 年的 5.88 km^2 增加到 2014 年的 23.27 km^2，年均增加量为 0.49 km^2，年均增加率为 8.45%。从各类城市功能用地结构来看(表 1、图 2)，居住用地面积从 1981 年的 0.88 km^2 增加到 2014 年的 6.48 km^2，其所占城市建设用地比重逐渐增大；工业用地面积从 1981 年的 1.46 km^2 增加到 5.06 km^2，但其所占城市建设用地比重逐渐减小；公共服务用地面积从 1981 年的 1.17 km^2 增加到 6.91 km^2，其所占城市建设用地比重逐渐增大，比较发现，公共服务用地中尤以行政办公用地、教育科研用地、商业设施用地比例较高。

从不同的时间段来看，不同的城市功能用地呈现出不同的变化趋势(表 2)。1981—2004 年居住用地扩展动态度最大，居住用地面积增加量为 3.04 km^2，这表明随着农业人口不断涌入城市，居民对住房需求不断增大，居住用地扩展不断扩展；2004—2014 年公共服务用地扩展动态度最大，公共服务用地增加量为 5.74 km^2，说明这一阶段居民对于高质量城市公共服务的需求大于住房需求，城市公共服务用地不断扩展。

从城市功能用地的转移矩阵来看(表 3)，1981—2014 年城市主要功能用地转换明显的均为同类型功能用地的转换，其中最为活跃的是公共服务用地的增加，这与城市空间快速扩展有关。另外，工业用地除了自身扩大集聚以外，同时向居住用地和公共服务用地的转换也略有转换，这一方面与张掖工业用地本身较少有关，另一方面与张掖工业园区建设和“退二进三”政策实施有关；居住用地向工业用地和公共服务用地转换较为活跃，这与原张火公路沿线居住区搬迁为工业园区和火车站前广场扩容腾地有关；而公共服务用地向工业用地和居住用地转换较为活跃，则与公共服务用地搬迁和整合有关。

3.2 主要功能用地的空间演变特征

3.2.1 主要功能用地的集聚与扩散

(1)居住用地

基于不同时期的城市居住用地密度图(图3)，

表 1 张掖城市主要功能用地扩展面积及比例

Tab.1 Area and proportional change of main functional land in Zhangye City

类 型	1981 年		2004 年		2014 年	
	面积 /km^2	比例 /%	面积 /km^2	比例 /%	面积 /km^2	比例 /%
居住用地	0.88	14.97	3.92	22.78	6.48	27.85
工业用地	1.46	24.83	3.85	22.37	5.06	21.74
公共服务用地	1.17	19.89	3.57	20.74	6.91	29.69
建设用地	5.88	100	17.21	100	23.27	100

表 2 张掖城市主要功能用地扩展动态度

Tab.2 Dynamic degree of main functional land in Zhangye City

	居住用地	工业用地	公共服务用地	建设用地
1981—2004 年	15.02	7.12	8.92	7.90
2004—2014 年	6.53	3.14	9.36	4.05

表 3 1981—2014 年张掖城市主要功能用地转移矩阵/ km^2

Tab.3 Transfer matrix of main functional land in Zhangye City from 1981 to 2014/ km^2

1981 年	2014 年		
	工业用地	公共服务用地	居住用地
工业用地	0.795	0.041	0.048
公共服务用地	0.258	0.837	0.287
居住用地	0.352	0.249	0.513

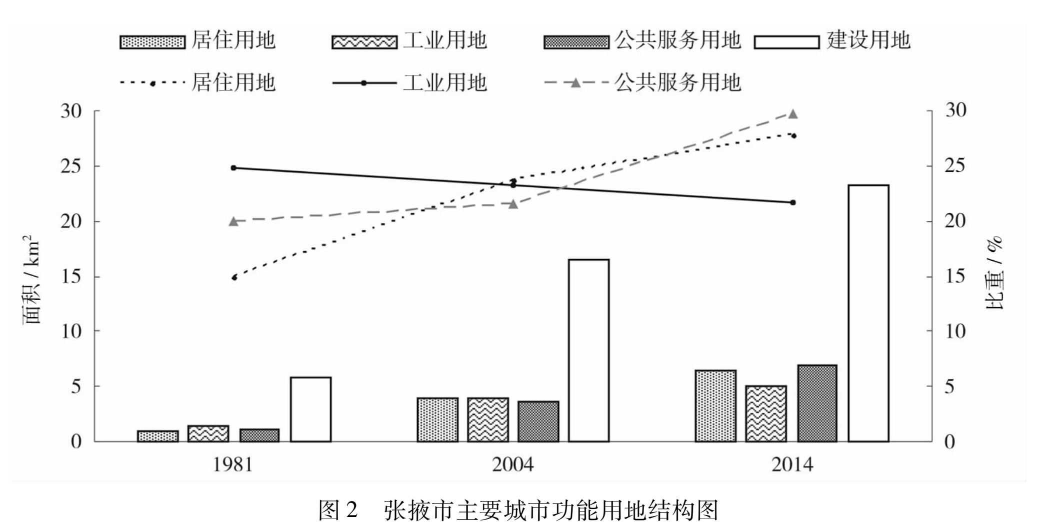


图 2　张掖市主要城市功能用地结构图

Fig. 2　Structure of main urban functional land in Zhangye City

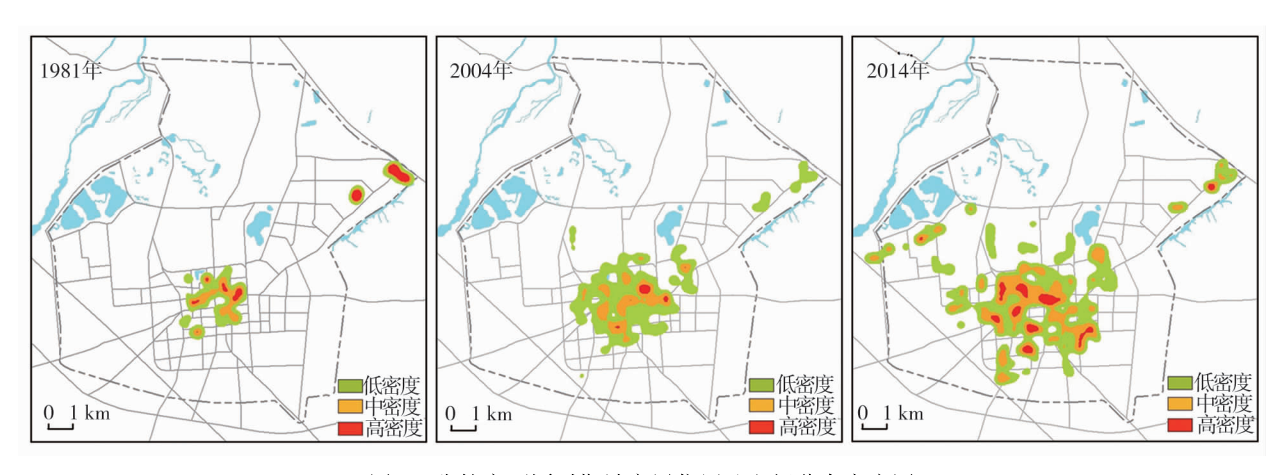


图 3　张掖市不同时期城市居住用地空间分布密度图

Fig. 3　Spatial distribution density of residential land in Zhangye City

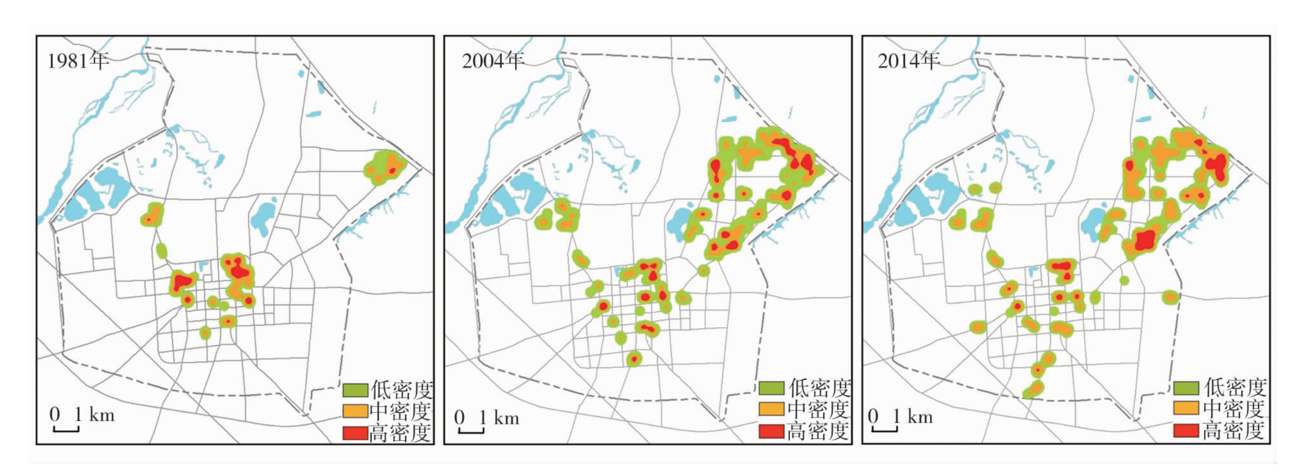


图 4　张掖市不同时期工业用地空间分布密度图

Fig. 4　Spatial distribution density of industrial land in Zhangye City

我们发现随着张掖城市规模的扩大,城市居住用地的空间分布整体上呈现出由中心城区向外逐步扩散的特征,基本上经历了由老城区内部高度聚集向城市外围各个方位延伸的过程。1981 年居住用地高密度区和中密度区主要位于城市一环以内的老城区及火车站站前区。其中,老城区居住用地为居民住

宅和"单位大院",建筑密度较大,多为与公共设施或工厂混杂分布;而火车站站前区的居住用地主要为满足工业企业职工使用,配套设施不完善。2004年城市居住用地跨过一环向四周扩展,高、中密度区范围明显扩大,基本连成一片,其中以城北片区和城东片区最为密集。这一时期较之前相比,工厂外迁为老城区居住用地的扩展提供了更多的更替空间,尤其是新建小区的建成和工业用地的替换,使得居住质量有较大的提升。2014 年城市居住用地已明显越过环城路向西二环路和南二环附近扩展,高密度区零星散布在甘泉公园两侧、居延路沿线、城西滨河新区、南二环张肃公路入口附近,与公共服务用地互相结合。这一时期的住房环境较之前有大幅度的提升,在西部滨河新区和北部湿地新城区出现了很多中高档住宅小区。

(2)工业用地

根据对不同时期工业和仓储用地密度图(图4)的分析发现,随着张掖城市空间向外扩展和城市内部功能用地调整,工业用地的空间分布呈现出由早期在老城区零散分布逐渐向工业园区集聚的趋势。1981 年工业用地高、中密度区零散地分布在老城区的马神庙街、西关、五里墩工业园区以及新建的火车站南侧工业区。由于火车站南侧工业区建设尚未形成规模,这一时期工业用地主要集中在老城区,且与居民区混杂布局。2004 年工业用地高、中密度区集中分布在火车站站前区、东北部工业园区和张火公路沿线,同时老城区内零星分布着部分仓储用地和低污染、低能耗工业用地。这一时期,由于张掖工业园区初具规模,高能耗、高污染的工业企业逐步搬迁至工业园区,老城区仅保留轻纺工业、酒厂和面粉厂等工厂和部分仓储用地,张掖工业的重心由老城区转向工业园区。2014 年工业用地高、中密度区较2004 年而言,东北部产业园区内集聚度更高,老城区内部零星分布着少量的仓储用地。同时,因张掖国家湿地公园和黑河流域综合治理,五里墩工业园区陆续搬迁到东北部工业园区和城北兔儿坝滩循环经济产业园区。总体来看,工业用地使得城市空间逐步向东北方向扩展集聚,形成了城市新的"增长极",是城市空间扩展的"驱动器"。

(3)公共服务用地

从不同时期公共服务用地密度图(图5)中可以看出,张掖公共服务用地空间分布呈现出由老城区集中分布向城市边缘扩散的特征。1981 年公共服务用地高、中密度集中在老城区的中心广场、大佛寺和区委、区政府和南大街周边。这一时期,公共服务用地主要集中于老城区,且与居住用地伴生分布,多以商业、行政用地为主。2004 年城市公共服务用地向老城区外围扩散,高密度区主要集中在城区西北部的师范学院和市医院、解放军二十七医院附近,多以医疗教育用地为主;中密度区主要分布在东、西大街和南大街两侧,多以商业用地为主。相比前一时期,2014 年新增公共服务用地高密度区主要以城区西南部的行政办公用地、城北国家湿地公园的旅游休闲用地和火车站前广场附近的商贸用地为主。总体来看,城市公共服务用地随着居住用地逐步向外围扩散,两者共同构成了张掖城市空间向外围扩展的"助推器"。

3.2.2 主要功能用地的圈层变化 从张掖市中心

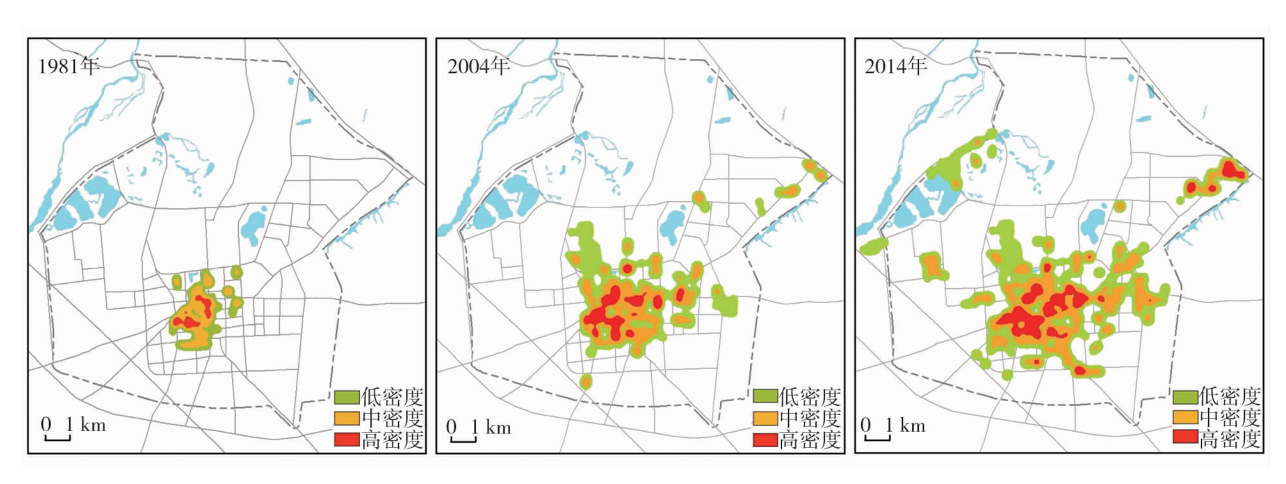


图5 张掖市不同时期公共服务用地空间分布密度图

Fig. 5 Spatial distribution density of public service land in Zhangye City

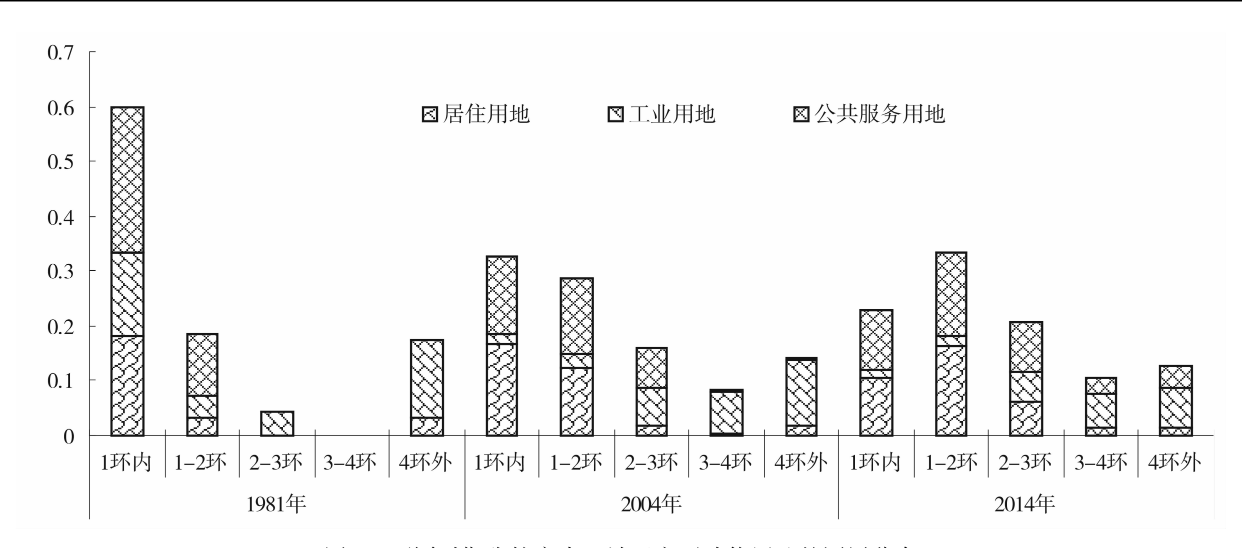


图 6 不同时期张掖市中心城区主要功能用地的圈层分布

Fig. 6 The circle distribution of main urban functional land in Zhangye City

城区主要功能用地圈层分布图(图 6)中可以看出,张掖市主要功能用地以三环为界呈现出明显的圈层变化特征:一至三环功能用地总体减少,三环以外功能用地迅速增加。

各主要功能用地又呈现出不同的圈层变化:

(1)居住用地

张掖市居住用地以三环为界,三环以内是居住用地最为密集的区域。1981—2004 年,一环内居住用地略有减少,一至二环内迅速扩展,二至四环由无到有,四环外略有减少。这一时期,居住用地在一至二环内迅速扩展得益于原先工业用地集聚在东北部工业园区的置换用地。2004—2014 年,一环内居住用地继续减少,一至二环内继续扩展,二至三环迅速扩展,三至四环略有扩展,四环外略有减少。这一时期,居住用地在二至三环内迅速扩展得益于居住用地西部新城区和北部湿地新城的建设。

(2)工业用地

张掖工业用地以二环为界,二环以外是工业用地分布密集区域。1981—2004 年,一环内工业用地急剧减少,一至二环内较少,二至三环内略有增加,三至四环从无到有快速增加,四环外略有减少但仍占较大比重。这主要是因为老城区内工厂的外迁和东北部工业园区的建设所致。2004—2014 年,工业用地比重整体减少,但集中分布在二环以外区域。这主要是东北部工业园区的进一步集聚和东部物流产业的集聚。

(3)公共服务用地

公共服务用地同样以三环为界,公共服务用地主要集聚在三环以内。1981—2004 年,一环以内公共服务用地迅速减少,一至二环略有增加,二环以外从无到有略有增加,但集中在二至三环区域。这一时期,主要是老城区工厂的搬迁和居住用地的扩展带来公共服务用地的伴生扩展。2004—2014 年,一环以内公共服务用地继续减少,一至三环略有增加,三环以外增加幅度较大。这一时期公共服务用地的增加得益于滨河新区和国家湿地公园的建设。

4 张掖城市功能用地演变的动因

4.1 经济与人口增长的驱动

改革开放以来,张掖城市经济和人口规模快速增长,直接推动着张掖城市功能空间的扩展与调整。1987—2014 年张掖市 GDP 增长了 35 倍多,与建成区面积和市辖区实有住房面积的相关系数分别高达 0.960 和 0.947。经济总量的大规模增长一方面为房地产业的发展提供资金保障,另一方面为基础设施的建设提供资金支持。城镇人口的增长为房地产业的发展提供市场需求。1987—2014 年张掖城镇人口增加了 15.66 万人,城镇居民人均可支配收入由 2000 年的 4 540 元增长到 2014 年的 18 472 元,居民收入水平的提高意味着居民的购房和投资商业行为的增强,进而促进了外围居住空间的扩展和城中公共服务用地的置换与重构。

4.2 政府宏观政策的调控

住房分配制度改革和土地财政驱使下房地产业的大规模建设,改变了以往的“单位大院”式的城市空间模式,促进了职住分离和居住用地在城市四周

迅速蔓延，城区出现大批新建住宅小区和"小康楼"。"退二进三"和"腾笼换鸟"政策的实施，促使张掖老城区落后工业空间和居住空间改造或外迁，老城区重点向商业服务、生态绿地等现代城市职能转变。1994年以来张掖工业园区的建设直接促进了城市外围向东北部迅速扩展，为老城区产业转移与扩散提供了广阔空间，促进了老城区城市功能空间的演替。此外，张掖工业园区升级为张掖经济技术开发区进一步促进了产业的集聚和整合，加之滨河新区和湿地公园的建设，有效推动着城市功能空间内部的调整和外围的快速扩展。

4.3 城市开发与生态环境的博弈

市场经济条件下的城市开发趋向于生态环境良好的地段，而生态空间又受到政府和社会的严格保护，城市开发需求与生态环境保护存在博弈，生态空间对城市空间演变的引导性与限制性作用并存，生态空间骨架成为城市功能空间演变的重要基础。在房地产开发偏好和居民环境意识提高的驱动下，艾黎大道和居延大道等邻近湿地公园的生态空间成为近些年以居住用地为主导的城市空间集聚的区域，润泉湖公园周边、滨湖路和滨河大道等城市内部滨水地段则成为新型居住、公共服务空间增长和替换较为明显的区域。此外，张掖生态城市的建设促使工业园区调整产业结构，将高耗能、高污染的二、三类工业迁出东北部工业园区，集中布置在兔儿坝滩循环经济产业园区内。

4.4 交通条件的牵引

城市道路网络既是各类城市用地的分界线，又是联系各类城市用地的通道。交通路网的完善既扩大了居民的出行空间，也加强了功能区间的联系。张火公路的建设既沟通了老城区和火车站之间的联络，也为工业园区的布局提供了便利的交通条件。西大街的扩建加大了西部西城区和老城区的联络，为居住用地和公共服务用地的向西扩展创造了条件。同时，城区公共交通的完善和私家车的普及为居民出行提供了更大的便利，进一步加大了各分区间的联系。另外，G312 线、G227 线、连霍高速（G30）、兰新铁路一、二线等交通线路牵引着张掖城市空间结构的改变。

4.5 城市规划的引导

张掖自1983年版城市总体规划实施以来共编制了六版城市总体规划，对城市功能空间的形成、演变产生了重要的影响。其中，2004年版城市总体规划奠定了张掖城市空间结构的基础框架。2004年版城市总体规划中确定了"一心三区四轴"的城市空间结构，引导城市功能空间的分区与分化。由于没有考虑城市内部湿地生境的保护因素，2008年版和2012年城市规划均提出了"轴向多心式组团形态"的城市空间结构，形成中心综合区、东北部产业园区、西部新城区和北部湿地生态区，有效促进了城市各功能空间的分区与分化。西部滨河新区的建设引导城市向西、西北方向全面扩展，进一步促进了居住和公共服务空间的扩展与融合、居住空间与工业空间整体上的分离。

5 结 论

以往的研究往往注重单一功能用地的演替特征，这不能很好地理清城市内部功能空间的相互演替特征以及空间结构重组的基础。因此，本文在三期张掖中心城区建设用地现状图的基础上，采用GIS空间分析方法研究张掖城市主要功能用地的演替特征和动因。通过本文的研究，得出以下结论：

（1）张掖城市内部主要功能用地在演替过程中的数量结构特征：自1981年以来，以生活为主的居住用地和公共服务用地在张掖城市建设用地中的比重逐年增加，而以生产为主的工业用地虽然在城市建设用地的比重下降。

（2）张掖城市内部主要功能用地在演替过程中表现出一定的空间分异规律：居住用地和公共服务用地由老城区集中分布逐步向城区外围扩散，这两类功能用地逐步推动着张掖城市空间不断向外围扩散；工业用地是由早期的零散分布于老城区逐步向工业园区集中，牵引着张掖城市空间的迅速增长。

（3）张掖城市内部功能用地呈现出明显的圈层特征：以三环为界，一至三环内城市功能用地总体减少，三环以外功能用地迅速增加。同时，各功能用地也呈现出不同的圈层特征：居住用地公共服务用地主要集中在三环以内，而工业用地则主要集中布局在二环以外区域。

（4）驱使张掖城市功能用地演替的主要动因源于经济与人口增长的驱动、政府宏观政策的调控、城市开发与生态环境的博弈、交通条件的牵引和城市规划的引导等。

6 讨 论

中国大城市目前普遍存在“摊大饼式”圈层扩张和城市功能空间紊乱的问题。“摊大饼式”的城市空间扩展方式使得中心城区与郊区界线模糊不清,城市空间因为城市功能的不断集聚而出现连片扩展的连续性。而实际上,在连片扩展的城市空间内部不光进行着城市功能的集聚,还进行着城市功能的扩散。例如,本研究中的工业用地逐步向城市外围扩散继而在城市外围集聚,形成相对独立的工业空间。目前,张掖市城市功能用地的集聚与扩散过程中仍表现出较大的盲目性。比如,居住用地急速地向城外扩展,不仅仅挤占了农业用地和生态用地,还加剧了城市交通压力。

城市内部空间组织是极为复杂的巨系统,不同功能空间所占比重、扩张速度、组合方式在不同城市、不同阶段,以及城市内部不同区位都会存在差异。单纯地从城市功能用地演替的角度难以全面反映出城市功能空间组合是否合理。要进一步加深对城市空间组织水平的认知,找到城市功能空间合理配置的平衡点是城市规划与管理的关键。另外,绿洲城市受水土资源的制约和生态保护博弈,城市空间发展制约条件较大,探讨在水土资源制约下绿洲城市功能空间与生态环境的耦合规律将是下一步研究的重要方向。

参考文献(References)

[1] 李全林,马晓冬,沈正平. 基于 GIS 的盐城城市内部空间结构演变分析[J]. 人文地理,2009,110(6):50－54. [LI Quanlin, MA Xiaodong, SHEN Zhengping. Analysis of evolution of urban internal spatial structure in Yancheng based on GIS[J]. Chinese Human Geography,2009,110(6):50－54.]

[2] WEBSTER C. Pricing accessibility:Urban morphology, design and missing markets[J]. Progress in Planning, 2010, 73(2): 77－111.

[3] 王新生,刘纪远,庄大方,等. 中国特大城市空间形态变化的时空特征[J]. 地理学报,2005,60(3):392－400. [WANG Xinsheng, LIU Jiyuan, ZHUANG Dafang, et al. Spatial-temporal change of urban spatial morphology in China[J]. Acta Geographica Sinica,2005,60(3):392－400.]

[4] 潘竟虎,韩文超. 近 20 a 中国省会及以上城市空间形态演变[J]. 自然资源学报,2013,28(3):470－480. [PAN Jinghu, HAN Wenchao. Spatial-temporal change of urban morphology of provincial capital cities or above in China[J]. Journal of Natural Resources,2013,28(3):470－480.]

[5] 尚正永,张小林,周晓钟. 基于 RS/GIS 的城市空间扩展与外部形态演变研究:以江苏省淮安市为例[J]. 经济地理,2012,32(8):64－70. [SHANG Zhengyong, ZHANG Xiaolin, ZHOU Xiaozhong. Study on urban spatial expansion and external morphology evolution based on RS/GIS:A case of Huai'an City[J]. Economic Geography,2012,32(8):64－70.]

[6] POELMANS L, ROMPAEY A V. Complexity and performance of urban expansion models[J]. Computers Environment and Urban Systems,2010,34(1):17－27.

[7] 刘纪元,王新生,庄大方,等. 凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别[J]. 地理学报,2003,58(6):885－892. [LIU Jiyuan, WANG Xinsheng, ZHUANG Dafang, et al. Application of convex hull in identifying the types of urban land expansion[J]. Acta Geographica Sinica,2003,58(6):885－892.]

[8] TIAN G J, WU J G, YANG Z F. Spatial pattern of urban functions in the Beijing metropolitan region[J]. Habitat International,2010,34(2):249－255.

[9] 张庭伟. 1990 年代中国城市空间结构的变化及其动力机制[J]. 城市规划,2001,25(7):7－14. [ZHANG Tingwei. The urban restructuring of Chinese cities in 1990s and its dynamic mechanism[J]. City Planning Review,2001,25(7):7－14.]

[10] 石崧. 城市空间结构演变的动力机制分析[J]. 城市规划汇刊,2004,(1):50－52. [SHI Song. The dynamics of urban structure's evolution[J]. Urban Planning Forum,2004,(1):50－52.]

[11] SHU B R, ZHANG H H, LI Y L. Spatiotemporal variation analysis of driving forces of urban land spatial expansion using logistic regression:A case study of port towns in Taicang City, China[J]. Habitat International,2014,43(4):181－190.

[12] 周国磊,李诚固,张婧,等. 2003 年以来长春市功能用地演替[J]. 地理学报,2015,70(4):539－550. [ZHOU Guolei, LI Chenggu, ZHANG Jing, et al. Transition of urban functional land in Changchun from 2003 to 2012[J]. Acta Geographica Sinica, 2015,70(4):539－550.]

[13] 刘贤腾,顾朝林. 解析城市用地空间结构:基于南京市的实证[J]. 城市规划学刊,2008,(5):78－84. [LIU Xianteng, GU Chaolin. Decoding urban land use spatial structure:A case study on the city of Nanjing[J]. Urban Planning Forum,2008,(5):78－84.]

[14] 申庆喜,李诚固,周国磊,等. 2002—2012 年长春市城市功能空间耦合研究[J]. 地理研究,2015,34(10):1897－1910. [SHEN Qingxi, LI Chenggu, ZHOU Guolei, et al. The coupling of functional urban spaces:A case study of Changchun from 2002 to 2012[J]. Geographical Research,2015,34(10):1897－1910.]

[15] 尚正永,张小林,卢晓旭,等. 基于可达性的城市功能用地空间格局演变研究——以江苏省淮安市为例[J]. 地理科学,2014,34(2):154－162. [SHANG Zhengyong, ZHANG Xiaolin, LU Xiaoxu, et al. Evolution of accessibility spatial pattern of urban land use:A case of Huai'an City in Jiangsu Province[J]. Scientia Geographica Sinica,2014,34(2):154－162.]

[16] 陶江,陆玉麒,王昌燕. 乌鲁木齐城市用地空间转换及其机制[J]. 经济地理,2008,28(6):1025－1030. [TAO Jiang, LU Yuqi, WANG Changyan. A study on urban land conversion and mechanism in Urumqi City[J]. Economic Geography, 2008, 28(6): 1025－1030.]

[17] 张文忠,刘旺,李业锦. 北京城市内部居住空间分布与居民居

住区位偏好[J]. 地理研究,2003,22(2):751－759.[ZHANG Wenzhong,LIU Wang,LI Yejin. Housing's spatial distribution and residents' preference on housing location in Beijing[J]. Geographical Research,2003,22(2):751－759.]

[18] 廖邦固,徐建刚,梅安新. 1947—2007 年上海中心城区居住空间分异变化:基于居住用地类型视角[J]. 地理研究,2012,31(6):1089－1102.[LIAO Banggu,XU Jiangang,MEI Anxin. Evolution of residential differentiation in central Shanghai City (1947－2007): A view of residential land use types[J]. Geographical Research,2012,31(6):1089－1102.]

[19] 周春山,罗仁泽,代丹丹. 2000—2010 年广州市居住空间结构演变及机制分析[J]. 地理研究,2015,34(6):1109－1124.[ZHOU Chunshan,LUO Renze,DAI Dandan. Evolution and mechanism of the residential spatial structure from 2000 to 2010 in Guangzhou[J]. Geographical Research,2015,34(6):1109－1124.]

[20] 宋伟轩,吴启焰,朱喜钢. 新时期南京居住空间分异研究[J]. 地理学报,2010,65(6):685－694.[SONG Weixuan,WU Qiyan,ZHU Xigang. Residential differentiation of Nanjing in the new period[J]. Acta Geographica Sinica,2010,65(6):685－694.]

[21] 张婧,李诚固,周国磊,等. 长春市公共服务设施用地演变格局与机制[J]. 地理学报,2015,70(12):1939－1952.[ZHANG Jing,LI Chenggu,ZHOU Guolei,et al. The evolution pattern and mechanism of public service facilities lands in Changchun[J]. Acta Geographica Sinica,2015,70(12):1939－1952.]

[22] 温锋华,许学强. 广州商务办公空间发展及其与城市空间的耦合研究[J]. 人文地理,2011,26(2):36－43.[WEN Fenghua,XU Xueqiang. The development of business office space of Guangzhou and its coupling relationship with the urban space[J]. Human Geography,2011,26(2):36－43.]

Analysis on evolution characteristics and driving factors of urban functional land in Zhangye City, the Hexi Corridors, Northwest, China

LIANG Feng, LI Qian-guo, SHI Pei-ji, ZHANG Xue-bin, CHEN Jia-yin

(*College of Geography and Environment Science*, *Northwest Normal University*, *Lanzhou* 730070, *Gansu*, *China*)

Abstract: China is facing with a critical period of rapid urbanization and urban spatial reconstruction. Studying the evolution of urban functional lands can reveal the features, trends and formation mechanisms of urban functional space in the new era and provide a theoretical guidance for urban management. This paper takes downtown of Zhangye City as the research object, and uses nuclear density estimation and circle analysis to quantitatively analyze characteristics of the spatial evolution and its driving forces of residential land, industrial land and public service land since 1981, which will provides guidance for the sustainable development of oasis city. The results show that urban residential land and public service land are gradually increasing, and it appears a tend of "cohesion→external dispersion" in space. They spread from the central to the surrounding area. While, the industrial land increases in the beginning and decreases then, and it appears the changing of "mixed →concentration" in space. Overall, the three functional lands together push the urban space expanding out. In addition, the evolution of urban functional land is the result of the combined effects of population, economy, policy control, game playing between urban development and eco-environment protection, traffic traction and urban planning.

Key words: urban functional land; urban spatial structure; evolution; downtown of Zhangye City